



疏浚船型的经济性选择

路萍¹, 于英彬¹, 范江山²

(1. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007;
2. 山东省港口集团日照港集团有限公司, 山东 日照 276800)

摘要: 水运工程建设项目中疏浚一般工程量巨大, 工程投资占比高。为了控制工程投资, 需根据项目的情况合理选择疏浚船型。依据现行疏浚定额, 分析疏浚工程价格组成和影响因素, 通过构建相同运距时疏浚工程综合单价在船型类别及规格变化时与疏浚工程量之间的关系曲线, 总结出不同船型的经济适用疏浚方量范围, 并分析得到单价的变化趋势; 进一步构建疏浚综合单价和运距的曲线图, 并找出工程量平衡点和经济运距。结果表明, 工程量大时宜优先选择大规格船舶; 抛泥运距远时选用抓斗配自航泥驳的方式比耙吸船的方式更优。

关键词: 疏浚工程; 定额; 经济比选; 工程造价

中图分类号: U 616

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)10-0090-04

Economical selection of dredging ship type

LU Ping¹, YU Ying-bin¹, FAN Jiang-shan²

(1.CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China;
2.Shangdong Port Group Rizhao Port Group Co., Ltd., Rizhao 276800, China)

Abstract: Dredging works are huge in water transportation engineering construction projects, and the investment accounts for a large proportion. To control the project investment, the dredging ship type should be selected reasonably according to the situation of the project. Based on the current dredging quota, this paper analyzes the price composition and influencing factors, constructs the relationship curves between the comprehensive unit prices of the dredging projects and volumes at the same haul distance when the ship type and specification change, summarizes the economical and applicable dredging volume ranges of different ship types, and analyzes the change trend of unit prices. Then this paper constructs comprehensive unit prices and transportation distances curve diagrams, and finds the balance point of the quantity and economical haul distance. The results show that when the volume is large enough, we prefer large-scale ships; and when the distance is long enough, we prefer grab dredgers and self-propelled mud barges to self-propelled trailing suction dredgers.

Keywords: dredging project; quota; economic comparison and selection; project cost

为满足我国港口大型化、深水化的发展要求, 港池和航道需要浚深和扩宽。在此背景下, 近年来国内主要疏浚企业对疏浚设备和技术进行了更新, 疏浚船舶设备趋向大型化、高效化发展。疏浚工程前期造价测算一直采用概预算定额模式, 为适应行业发展需求, 交通运输部于2019年发布

了新的《水运建设工程概算预算编制规定》以及配套定额, 对原1997版疏浚定额进行了全面修订, 增加了主流大规格疏浚船定额, 为疏浚工程概预算编制工作提供了依据。影响疏浚工程造价的因素很多, 结合这些因素选择经济合理的疏浚方式和工程船舶, 可带来更高的经济效益。

周伟琦^[1]利用《江苏省水利工程预算定额》对绞吸式挖泥船定额进行了研究; 许兵^[2]测算对比了1997、2017版和2019版定额征求意见稿中的耙吸式挖泥船综合单价。本文依据现行疏浚定额, 分析影响工程造价的重要因素, 结合国内主力疏浚船型, 分类讨论综合单价的变化情况, 为工程企业在施工中根据项目情况选择成本更优的船舶提供参考。

1 定额计价方法

疏浚工程费用由定额直接费、其他直接费、企业管理费、利润、规费、增值税和专项税费组成^[3]。定额直接费依据《疏浚工程预算定额》^[4]计算, 分为基价定额直接费和市场价定额直接费, 区别在于: 前者以工料机基价单价为基础计算, 作为取费的基础; 后者以工料机的不含税市场单价为基础计算, 计入工程费用组成。其他直接费中的安全文明施工费、卧冬费以基价定额直接费为基础取费计算; 疏浚测量费以疏浚工程量为基础计算; 企业管理费以基价定额直接费与其他直接费之和为基础取费; 利润以基价定额直接费、其他直接费、企业管理费之和为基础取费; 规费按人工费取费, 而人工费与工程量有关; 增值税以市场价定额直接费、其他直接费、企业管理费、利润、规费之和为基数乘以增值税税率; 专项税费主要与工程量有关。

对上述费用组成和计算方法进行分析可知, 定额直接费是多项费用的取费基数, 工程量直接影响费用数额, 因此这2项为影响疏浚工程费用的主要因素。

2 定额直接费的影响因素

2.1 疏浚船型

常用的疏浚船型主要包括绞吸式挖泥船、耙吸式挖泥船和抓斗式挖泥船等。由于挖泥原理不同, 其适用范围也不同。绞吸式挖泥船常用于近距离吹填造陆; 耙吸式挖泥船常用于长距离航道的疏浚, 疏浚土处理方式可以为外弃,

亦可艏吹或艏喷造陆; 抓斗式挖泥船一般采用自航泥驳运泥并抛泥, 因此疏浚土处理方式常为外弃。另外, 选择船型须结合施工特点考虑施工环境影响: 绞吸式挖泥船和抓斗式挖泥船施工时需要抛锚, 占用的施工水域较大, 须注意碍航和避让的问题; 耙吸式挖泥船须注意存在溢流问题。

2.2 船舶规格

对国内主要疏浚工程施工公司的调研显示, 目前绞吸式挖泥船主力船型的效率为3 500 m³/h, 其他常用船型效率有1 200、1 600、2 500、3 000、4 000、4 500 m³/h; 耙吸式挖泥船的主力船型舱容为1.0万~1.3万 m³, 其他常用船型舱容为1 500、3 500、4 500、5 400、6 500 m³; 抓斗式挖泥船的常用斗容为8、13、18、20、27、30 m³。

2.3 施工条件

2.3.1 施工工况

工况须根据施工所在地(自取泥地点至卸泥地点的整个作业面)的条件和施工船舶的适应能力, 按客观影响时间占施工期总时间的百分率确定其级别。客观影响时间应包括风、浪、雾、水流、冰凌与潮汐等自然因素以及施工干扰等其他客观因素对挖泥船施工的影响。

2.3.2 疏浚土类

根据《疏浚与吹填工程设计规范》^[5], 疏浚岩土分为13级, 其中淤泥类为1、2级, 黏性土为3~5级, 砂土类为6~8级, 碎石土类为9~10级, 岩石类为11~13级。对于不同级别的疏浚土, 不同种类、不同规格的挖泥船适用性不同。比如疏浚11级土, 须采用舱容3.3万 m³以上的耙吸式挖泥船或斗容8 m³以上抓斗式挖泥船或常用规格的绞吸式挖泥船, 不宜采用1.8万 m³及以下的耙吸式挖泥船、4 m³及以下的抓斗式挖泥船。疏浚1级土则不宜采用抓斗式挖泥船。

2.3.3 挖深

挖深应根据施工期的平均水位、设计底高程、计算超深值及平均泥层厚度等要素确定。采用的船型和规格不同, 计算超深值不同。挖深越大,

疏浚综合单价越高。选择施工船舶时，若挖深较小，须注意所选船舶的满载吃水是否符合要求；若挖深较大，须复核所选船舶的最大挖深。具体操作可参考定额附录。

2.3.4 运距

运距是指运泥船由挖泥区中心(按疏浚土方量分布计算)至卸泥区中心的航程，运距的确定以实际运距为准，而不是直线距离。因绞吸式挖泥船为直接接管运输，对于不同规格的船舶，疏浚土类不同时其适应的运距不同，可通过增加接力泵的方式适当延长输送距离。

3 影响疏浚综合单价的主要因素

3.1 研究思路

选择工程方量和运距作为主要影响因素。假设其中只有一个影响因素是变量，其他影响因素选择常规可能值，采用 2019 版定额计算得到各种情况下的疏浚综合单价。以选定变量为横坐标，表示出不同情况下疏浚综合单价的变化情况，通过分析曲线走势得出各种船型最适用的工程量和运距范围。

疏浚船型分别考虑常用的绞吸式挖泥船、耙吸式挖泥船和抓斗式挖泥船，船舶规格采用调研得到的国内常见规格，其他因素采用常见船型常用规格船舶均适用的情况，施工工况取 4 级、疏浚土类取 2 级、挖深取 12 m；不含税船用柴油价格取 6 487 元/t。

3.2 基本假设

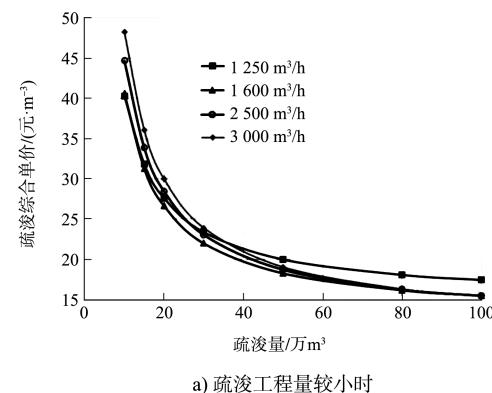
1)在同一时间段施工，施工期间影响因素不发生变化；

2)施工工期、施工方案均满足要求。

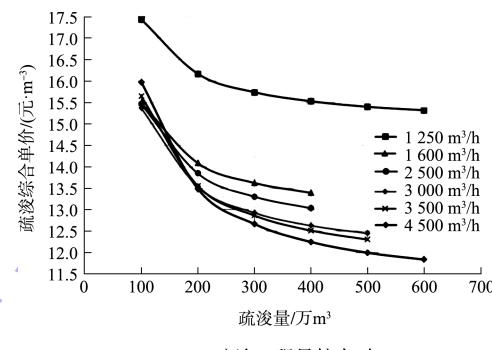
3.3 工程量对疏浚综合单价的影响

3.3.1 绞吸式挖泥船

在前述基础条件下，运距选择常见船型的常规排距 3 km，对 1 250、1 600、2 000、2 500、3 000、3 500 和 4 500 m³/h 绞吸式挖泥船分别在不同工程量时疏浚工程综合单价进行计算，结果如图 1 所示。



a) 疏浚工程量较小时



b) 疏浚工程量较大时

图 1 绞吸式挖泥船疏浚综合单价随工程量变化曲线

由图 1 可知：随着工程量增加，尤其是超过 200 万 m³ 时，采用大型船舶的成本优势明显。工程量小于 10 万 m³ 时，宜选用 1 250 m³/h 船舶；工程量在 10~100 万 m³ 时，宜选用 1 600 m³/h 船舶；工程量在 100 万~200 万 m³ 时，宜选用 3 000 m³/h 船舶；超过 200 万 m³ 时，尽量选择大型船舶。工程量太小时，疏浚单价偏高；工程量在 50 万 m³ 以上时，单价较为稳定。

3.3.2 耙吸式挖泥船

在前述基础条件下，运距选择 15 km。分别计算不同工程量时 1 500、3 500、4 500、5 000、10 000、12 000 和 13 000 m³ 耙吸式挖泥船疏浚工程综合单价，结果如图 2 所示。

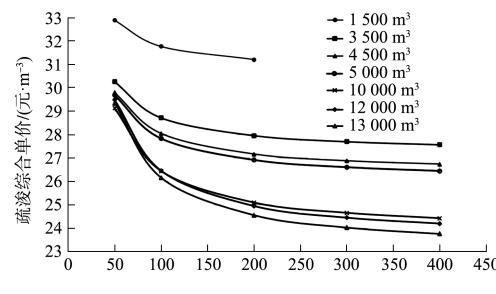


图 2 耙吸式挖泥船疏浚综合单价随工程量变化曲线

从图 2 可知: 工程量小于 100 万 m^3 时, 宜选用 1 万 m^3 船舶; 工程量大于 100 万 m^3 时, 尽量选择大型船舶。小型船运距较远时, 疏浚单价偏高。工程量在 100 万 m^3 以上时, 单价较为稳定。

3.3.3 抓斗式挖泥船

在前述基础条件下, 运距同样取 15 km。斗容分别为 8、13、18、20、30 m^3 的抓斗式挖泥船配自航泥驳运泥并抛泥的施工工艺随工程量变化时疏浚工程综合单价变化情况如图 3 所示。

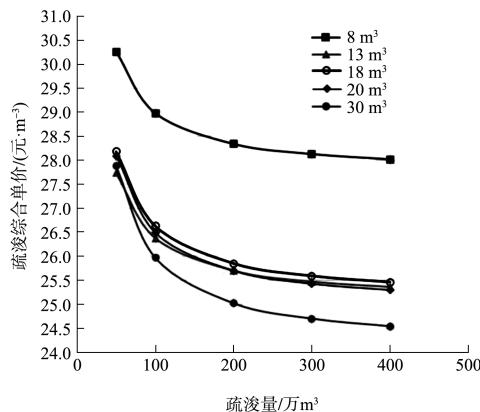


图 3 抓斗式挖泥船疏浚综合单价随工程量变化曲线

由图 3 可知: 工程量相同时, 13、18、20 m^3 抓斗式挖泥船疏浚综合单价较为接近。工程量增大到 100 万 m^3 左右后斗容 30 m^3 的船舶单价较低。由于斗容较小时疏浚效率较低, 小型船舶(如 8 m^3 斗容)疏浚单价较高。工程量在 200 万 m^3 以上时, 单价较为稳定。

3.4 运距对疏浚综合单价的影响

针对疏浚土外弃的情况, 考虑疏浚量较大时(按 200 万 m^3 计算), 选取上述分析中较为经济的 2 种船型——1.3 万 m^3 般吸式挖泥船和 30 m^3 抓斗挖泥船配自航泥驳, 运距分别为 5、10、15、20、30、50 km 时疏浚综合单价计算结果见图 4。从图 4 可知: 随着运距增加, 2 种疏浚方式的综合单价均增加, 且般吸式挖泥船的单价增速更快; 在约 16 km 运距时 2 种方式的单价出现平衡点。运距较小时宜选择般吸船; 当运距增加到大于平衡点后宜选择抓斗船。因此当运距特别大时, 宜选择抓斗挖泥船配自航泥驳的方式进行疏浚。

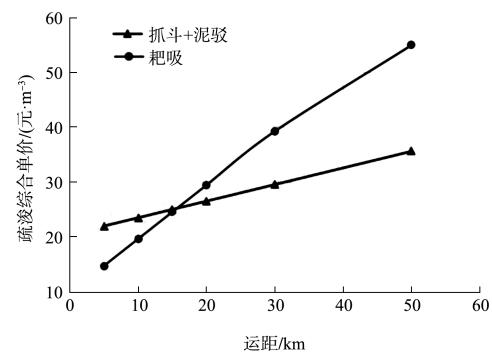


图 4 不同疏浚方式下运距对综合单价的影响

4 结论

1) 疏浚船型选择首先须考虑工程的现场条件, 然后优选经济性好的船舶。由于疏浚工程一般工程量较大, 所以单方造价的变化对总价的影响较大。采用本文给出的分析方法可有效地进行单价比选。

2) 随着工程量增加, 采用大型船舶的优势明显。不同规格的船舶适用的经济方量不同。工程量达到一定规模后, 疏浚单价较为稳定。

3) 随着运距增加, 抓斗挖泥船配自航泥驳、般吸式挖泥船 2 种疏浚方式的单价均增加, 且般吸式挖泥船的单价增速更快。运距较小时宜选择般吸船, 大于运距平衡点后宜选择抓斗船。

参考文献:

- [1] 周伟琦. 对绞吸式挖泥船的定额分析[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2018.
- [2] 许兵, 李强. 般吸挖泥船疏浚工程造价分析[J]. 港工技术, 2019, 56(2): 75-79.
- [3] 交通运输水运工程造价定额中心. 水运建设工程概算预算编制规定: JTS/T 116—2019[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019.
- [4] 交通运输水运工程造价定额中心. 疏浚工程预算定额: JTS/T 278-1-2019[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019.
- [5] 中交上海航道勘察设计研究院有限公司. 疏浚与吹填工程设计规范: JTS 181-5—2012[S]. 北京: 人民交通出版社, 2012.